



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **G brauchsmuster**  
⑩ **DE 297 19 716 U 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 05 K 3/46**

②① Aktenzeichen:	297 19 716.9
②② Anmeldetag:	6. 11. 97
④⑦ Eintragungstag:	11. 12. 97
④③ Bekanntmachung im Patentblatt:	29. 1. 98

DE 297 19 716 U 1

⑦③ Inhaber:  
Carl Aug. Picard GmbH & Co. KG, 42857 Remscheid,  
DE

⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte Dr. Solf & Zapf, 42103 Wuppertal

⑤④ Trennblech

DE 297 19 716 U 1

05.11.97

8604/VIII

Carl Aug. Picard GmbH & Co. KG, Hasteraue 9  
D-42857 Remscheid-Hasten

---

### Trennblech

Die Erfindung betrifft ein Trennblech, vorzugsweise eines Preßwerkzeuges zur Herstellung von mehrlagigen harzgebundenen Leiterplatten für gedruckte Schaltungen, dessen Grundkörper durch zwei parallele ebene ober- und unterseitig angeordnete Druckflächen und durch mehrere Kantenflächen begrenzt ist.

Mehrlagige harzgebundene Leiterplatten für gedruckte Schaltungen werden auch als Multilayer bezeichnet. Sie umfassen mehrere vorfabrizierte Innenlagen, die mit Hilfe von harz-imprägnierten Glasfasergeweben (Prepregs) unter Druck und Temperatureinwirkung verpreßt werden. Aus Kupferfolien sind zwei Außenlagen gebildet, auf denen nach dem Verpressen das Leiterbild erstellt wird. Zum Verpressen des Multilayers werden Preßwerkzeuge, bestehend aus einer Unter- und einer Oberplatte sowie aus Trennblechen verwendet. Die Platten und die Trennbleche müssen so beschaffen sein, daß die Oberflächen der Außenlagen des Multilayers nicht beschädigt werden und daß Planheit und Parallelität des Multilayers garantiert werden können. Bei den hohen Drücken, die beim Verpressen entstehen können, dürfen durch die Trennbleche auf der Oberfläche der Multilayer keine Eindrücke entstehen. Die bekannten Werkzeuge bestehen bekanntermaßen aus hochwertigen Stahl- oder Aluminiumlegierungen.

05.11.97

- 2 -

Beim Verpressen kommt dem Preßwerkzeug außerdem die Aufgabe zu, die Position jeder einzelnen Lage des Multilayers sicherzustellen, weil der geringste Versatz später zu Ausschuß führen kann. Zu diesem Zweck sind die Preßwerkzeuge mit Aufnahmebohrungen versehen, in die Registrierstifte eingebracht werden, um die Innenlagen des Multilayers während des Verpressens zu führen. Jede Innenlage hat ebenfalls genau dimensionierte und positionierte Aufnahmebohrungen, um einem möglichen Versatz entgegenzuwirken. Auch die Prepregs und Außenlagen weisen korrespondierende Öffnungen auf, an die jedoch hinsichtlich ihrer Abmaße und Lage nicht so hohe Genauigkeitsforderungen gestellt werden.

Beim Verpressen wird das Paket aus Außenlagen, Innenlagen und Prepregs auf Temperaturen von etwa 175 bis 195 °C erhitzt, wobei das Harz im Glasfasergewebe flüssig wird. Anschließend wird unter einem Druck, der bis zu etwa 25 bar betragen kann, wieder abgekühlt. Dabei härtet das Harz aus und stellt die untrennbare Verbindung zwischen den einzelnen Innenlagen sowie zwischen oberster und unterster Innenlage und den Außenlagen her. Große Probleme beim Verpressen bereitet der Harzfluß, da das Harz in flüssigem Zustand so viskos ist, daß es durch kleinste Poren in der Kupferfolie der Außenlage dringt und auf die Trennbleche läuft. Das Harz läuft außerdem auch durch die Aufnahmebohrungen für die Registrierstifte und an den Registrierstiften entlang und härtet dort ebenfalls aus. Die dadurch entstehenden Verschmutzungen der Preßwerkzeuge sind vor dem nächsten Einsatz unbedingt zu entfernen, da kleinste Schmutzpartikel im Prozeß zu Störungen und Ausschuß führen können. Eindrücke verbleibender Schmutzpartikel auf den Trennblechen in die empfindliche Kupferfolie der Außenlage des Multilayers können später eine vielleicht nur 75 µm oder sogar nur

05.11.97

- 3 -

50  $\mu$ m breite Leiterbahn unterbrechen und den ganzen Multilayer unbrauchbar machen.

Die Trennbleche werden in der Regel abrasiv, d.h. durch Bürsten und/oder Schleifen, periodisch gereinigt, wobei es im Bereich der Registrieröffnungen zu Auswaschungen, d.h. Muldenbildungen kommt. In den entstandenen Mulden um die Registrieröffnungen kann sich auslaufendes Harz sammeln. Wenn das ausgelaufene Harz auf dem Kupfer der Außenlage verbleibt, sind zu seiner Entfernung aufwendige Zwischenbehandlungen, wie eine Quellung in einem speziellen Lösungsmittel, erforderlich, da die bekannten abrasiven Reinigungsmethoden nicht die gewünschte Effizienz haben. Hinzu kommt, daß eine Reinigung innerhalb der Registrieröffnungen bis heute nicht zufriedenstellend automatisiert werden konnte. Durch das Schleifen und Bürsten der Bleche verlieren diese auch an Masse, so daß nach einiger Zeit ein Austausch erforderlich ist. Die Reinigungsmethoden haben daneben einen negativen Einfluß auf die ursprüngliche Parallelität der Bleche, so daß die Gefahr besteht, daß aufgrund von Handling- oder Maschinenbedienungsfehlern die Bleche verworfen werden müssen.

Zum Schutz vor dem Entstehen von Harzanhaftungen ist es unter Ausnutzung der niedrigen Adhäsionsneigung des Polytetrafluorethylens (PTFE) auch bekannt, polytetrafluorethylenhaltige (Teflon-) Sprays einzusetzen oder sogenannte Tedlarpapiere als Trennfolien zwischen das Trennblech und den Preßling zu bringen. Alle diese Versuche, das Problem zu reduzieren, führten jedoch ausschließlich zu Lösungen, die nur eine einmalige Nutzung zulassen, da Polytetrafluorethylen unter Druck eine hohe Kriechneigung besitzt und bei erhöhter Druckbeanspruchung in Fluorkohlenstoffe geringerer

08.11.97

- 4 -

molekularer Masse zerfällt. Aufgrund dessen verflüchtigen sich Teflonsprays, bzw. das Tedlarpapier zerfließt unter Veränderung seiner Transparenz von weiß auf durchsichtig. Deshalb ist eine dauerhafte Beschichtung eines Trennblechs mit Polytetrafluorethylen technisch nicht realisierbar. Gegen eine solche Beschichtung spricht auch der hohe thermische Ausdehnungskoeffizient des Polytetrafluorethylens, der bei den prozeßbedingten Temperaturschwankungen eine dauerhafte Schichthaftung, insbesondere auf den hier geforderten relativ großen Oberflächen von bis zu etwa 0,5 m<sup>2</sup> Größe, nahezu unmöglich macht, da sich das Material des Grundkörpers und die Schicht unterschiedlich stark ausdehnen würden. Ein weiterer Nachteil der bekannten Trennbleche besteht auch in der relativ weichen Oberfläche, beispielsweise des Aluminiums, die leicht Beschädigungen zuläßt, welche sich dann negativ auf das Endprodukt auswirken.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Trennblech eines Preßwerkzeuges zur Herstellung von mehrlagigen harzgebundenen Leiterplatten für gedruckte Schaltungen zu schaffen, mit dem einerseits kostengünstig eine Senkung des Aufwandes bei der Reinigung von anhaftenden Harzresten erreicht, andererseits aber auch über einen langen Zeitraum die hohe geforderte Oberflächenqualität der zu verpressenden Leiterplatten sichergestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein gattungsgemäßes Trennblech gelöst, bei dem mindestens eine der Druckflächen des Grundkörpers mit einer dauerhaften antiadhäsiven Beschichtung überzogen ist, die mindestens aus einer Fluorpolymer-Partikel enthaltenden Dispersionsschicht besteht.

Je nach Bedarf können auch beide Druckflächen oder vorzugsweise die gesamte, aus den Druckflächen und den Kantenflächen gebildete, Oberfläche des Grundkörpers mit dieser dauerhaften antiadhäsiven Beschichtung überzogen sein.

Insbesondere können dabei die Fluorpolymer-Partikel der Dispersionsschicht aus Polytetrafluorethylen bestehen, jedoch liegt es auch im Rahmen der Erfindung, anstelle des Polytetrafluorethylens ein Polytetrafluorethylen-Copolymer einzusetzen, welches ähnliche Eigenschaften aufweist, sich jedoch unter Umständen leichter verarbeiten läßt.

Vorteilhafterweise kann durch die Fluorpolymer-Partikel, insbesondere Polytetrafluorethylen-Partikel, enthaltende Schicht, die erfindungsgemäß als disperses System vorliegt, einerseits die geringe Oberflächenenergie des Polymers zum Schutz gegen Harzanhaftungen genutzt werden, andererseits ist es möglich, die Schichteigenschaften gezielt einzustellen und sowohl auf die Beschaffenheit des Grundkörpers (thermischer Ausdehnungskoeffizient, Wärmeleitfähigkeit usw.) als auch auf die sich aus den geforderten Qualitätsmerkmalen des Multilayers ergebenden Maßgaben abzustimmen, so daß kein "Wegwerfblech" entsteht, sondern ein leicht zu reinigendes, für mehrere Pressungen verwendbares Trennblech, mit dem die geforderte hohe Oberflächengüte des Multilayers gewährleistet werden kann. Außerdem kann die Dispersionsschicht auch gezielt auf die beim Pressen auftretenden hohen Drücke und Temperaturen hin optimiert werden.

In den Unteransprüchen und in der nachfolgenden Beschreibung sind weitere vorteilhafte Ausführungen der Erfindung enthalten.

05.11.97

- 6 -

Im folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Beispiele unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in perspektivischer Explosionsdarstellung, ausschnittsweise vergrößert, eine Ansicht eines Preßwerkzeugs mit erfindungsgemäßen Trennblechen, einschließlich mehrerer zu verpressender mehrlagiger harzgebundener Leiterplatten für gedruckte Schaltungen,

Fig. 2 eine schematisierte Darstellung der erfindungsgemäß auf dem Trennblech vorgesehenen dauerhaften antiadhäsiven Beschichtung.

Das in Fig. 1 dargestellte Preßwerkzeug besteht aus einer Oberplatte 1, einer Unterplatte 2 sowie erfindungsgemäßen Trennblechen 3. Zwischen der Oberplatte 1 und dem obersten Trennblech 3 ist außerdem eine Lage von Polstermaterial 4 angeordnet, ebenso zwischen dem untersten Trennblech 3 und der Unterplatte 2. Zwischen den einzelnen Trennblechen 3 sind die zu verpressenden mehrlagigen harzgebundenen Leiterplatten (Multilayer 5) für gedruckte Schaltungen angeordnet. Im mittleren Teil der Fig. 1 ist einer dieser Multilayer 5 durch eine vergrößerte Darstellung hervorgehoben.

Aus dieser vergrößerten Darstellung ist ersichtlich, daß die Multilayer 5 jeweils zwei Außenlagen 6 aufweisen, die aus zwei Kupferfolien gebildet sind, auf denen nach dem Verpressen das Leiterbild erstellt wird. Dazwischen befinden sich mehrere vorfabrizierte Innenlagen 7 (zweiseitig gedruckte Schaltungen). Diese werden mit Hilfe von harzim-

prägnierten Glasfasergeweben (Prepregs 8) unter Druck und Temperatureinwirkung verpreßt.

Die erfindungsgemäßen Trennbleche 3 des Preßwerkzeuges besitzen jeweils einen Grundkörper 9, der durch zwei parallele ebene ober- und unterseitig angeordnete Druckflächen 10 und durch mehrere Kantenflächen 11 begrenzt ist. Die Trennbleche 3 sind aufgrund ihrer erfindungsgemäßen Merkmale so beschaffen, daß auch bei einer langen Einsatzzeit der Bleche die Oberflächen der Außenlagen 6 der Multilayer 5 nicht beschädigt werden und daß nach dem Verpressen die Planheit und Parallelität jedes Multilayers 5 garantiert werden kann.

Fig. 1 zeigt auch eine typische Auslegung einer Registrierung der Multilayer 5, die dazu dient, die Positionen der verschiedenen Lagen 6, 7, 8 während des Verpressens sicherzustellen. Für die Registrierung sind, wie insbesondere der vergrößerte Ausschnitt im oberen Teil von Fig. 1 veranschaulicht, das aus Oberplatte 1, Unterplatte 2, Trennblechen 3 und Polstermaterial 4 bestehende Preßwerkzeug sowie die einzelnen Lagen 6, 7, 8 des Multilayers 5 mit Aufnahmebohrungen (einheitlich mit dem Bezugszeichen 12 bezeichnet) versehen. Durch Aufnahmebohrungen 12 sind Registrierstifte 13 eingebracht, um insbesondere die Innenlagen 7 der Multilayer 5 während des Verpressens zu führen. Wie bereits eingangs erwähnt, werden an Abmaße und Lage der Aufnahmebohrungen 12 in den einzelnen Lagen 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 des Preßwerkzeugs und der Leiterplatte 5 unterschiedliche Genauigkeitsforderungen gestellt. Wie in der Ausschnittsvergrößerung durch eine gestrichelte Bezugslinie angedeutet ist, entstehen durch die Aufnahmebohrungen 12 an den Trennblechen 3 auch innere Kantenflächen 11.



05.11.97

- 8 -

Durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Trennbleche 3 können alle eingangs beschriebenen Probleme gleichzeitig beseitigt werden. Die Trennbleche 3 sind erfindungsgemäß vorzugsweise ganzflächig, d.h. die gesamte, aus den Druckflächen 10 und den Kantenflächen 11 gebildete, Oberfläche ihres Grundkörpers 9 mit einer dauerhaften antiadhäsiven Beschichtung 14 überzogen. Dies betrifft auch die Kantenflächen 11 an den Wänden der Aufnahmebohrungen 12. Diese, im Detail in Fig. 2 dargestellte Beschichtung 14 verhindert das Festhaften des aus den Prepregs 8 ausgetretenen Harzes, so daß die Notwendigkeit einer abrasiven Reinigung entfällt. Die Beschichtung 14 kann dabei hinsichtlich ihrer Härte so eingestellt werden, daß Schäden durch Handlingfehler, wie Kratzer, vermieden werden.

Bedarfsweise kann es zweckmäßig sein, wenn nur eine der Druckflächen 10 des Grundkörpers 9 mit der dauerhaften antiadhäsiven Beschichtung 14 überzogen ist, beispielsweise bei dem in der Nähe der Oberplatte 1 unter der oberen Lage von Polstermaterial 4 angeordneten, obersten Trennblech 3 oder bei dem untersten Trennblech 3 in der Nähe der Unterplatte 2, die jeweils mit einer Druckfläche 10 in Kontakt zum Polstermaterial 4 stehen.

Ebenso kann unter Umständen auch darauf verzichtet werden, daß die Kantenflächen 11 des Grundkörpers 9 mit der dauerhaften antiadhäsiven Beschichtung 14 überzogen sind.

Wie Fig. 2 zeigt, besteht die auf die gesamte Oberfläche des Grundkörpers 9 des Trennbleches 3 aufgebrachte dauerhafte antiadhäsive Beschichtung 14 mindestens aus einer Dispersionsschicht 15, welche Fluorpolymer-Partikel enthält. Insbesondere kann es sich dabei um Polytetrafluor-

05.11.97

- 9 -

ethylen-Partikel 16 handeln, die in der Dispersionsschicht 15 gleichmäßig in einer Matrix 17 von fremdstromlos abgeschiedenem Nickel eingelagert sind.

Der Vorteil der Verwendung des Polytetrafluorethylens liegt darin, daß dieses den niedrigsten, von einem Festkörper bekannten Wert der Oberflächenenergie ( $18 \text{ mNm}^{-1}$ ) in das disperse System der Beschichtung einbringt. Wie bereits erwähnt, ist es aber auch möglich, anstelle des Polytetrafluorethylens ein Polytetrafluorethylen-Copolymer einzusetzen, wodurch ggf. bei ähnlich geringer Oberflächenenergie Verarbeitungsvorteile erzielt werden können.

Der Vorteil der Matrix 17 aus fremdstromlos abgeschiedenem Nickel besteht zum einen darin, daß die auf das Fluorpolymer schädigend wirkende Druckbeanspruchung aufgenommen werden kann, so daß die Partikel vor einem chemischen Zerfall geschützt sind. Zum anderen sind fremdstromlos, beispielsweise aus einer Hypophosphit- oder Borhydridlösung, abgeschiedene Nickel-Schichten konturentreu, so daß eine Nachbearbeitung der erfindungsgemäßen Trennbleche 3 in der Regel entfallen kann.

Die Dispersionsschicht sollte vorteilhafterweise eine Dicke  $D_p$  von etwa 7 bis 30, vorzugsweise etwa 10,  $\mu\text{m}$  aufweisen. Bei kostengünstig kurzer Herstellungszeit und materialökonomisch günstigem Nickel- und Polytetrafluorethylen-Verbrauch ist so eine sichere Funktionserfüllung gewährleistet.

Eine Möglichkeit zur Optimierung der Eigenschaften der Dispersionsschicht 15 besteht in der Variation der Anteile von Fluorpolymer und Matrixwerkstoff. Unter dem Aspekt der

geforderten Eigenschaften und des beschriebenen Beanspruchungsprofils der Trennbleche 3 sollte die Dispersions-schicht 15 etwa 15 bis 40, vorzugsweise etwa 20 bis 35 Volumenprozent Fluorpolymer enthalten.

Insbesondere hat es sich für die Eigenschaften der Disper-sionsschicht 15 als günstig erwiesen, wenn die Matrix 17 des fremdstromlos abgeschiedenen Nickels etwa 4 bis 9, vorzugsweise etwa 6 bis 8, Masseprozent Phosphor enthält. ein solcher Phosphorgehalt ermöglicht eine Aufhärtung des Überzugs durch Mischkristall-, Ausscheidungs- und Feinkorn-härtung.

Eine Dispersionsschicht 15 besitzt nach der chemischen Abscheidung des Nickels bei einer Messung entsprechend dem Kleinlasthärte-Prüfverfahren nach Vickers eine mittlere Mikrohärte H von etwa 300 bis 350 HV 0,01. Die Matrix 17 kann dabei etwa zu 40 Prozent in amorpher und zu etwa 60 Prozent in kristalliner Form vorliegen, wobei die Kristal-lite eine nanokristalline Struktur, mit mittleren Abmessun-gen im Bereich von 1 bis 7 nm aufweisen.

Es hat sich nun gezeigt, daß es bei dieser Härte und Struk-tur beim Preßprozeß noch nicht vollständig ausgeschlossen werden kann, daß es vereinzelt zu einer Abbildung von Lei-terbahnzügen der elektrischen Schaltungen der Multilayer 5 auf den Druckflächen 10 der Trennbleche 3 kommt. Beim nächsten Preßprozeß kann dies zur Abbildung dieser Leiter-bahnzüge auf den Außenlagen 6 des nächsten zu verpressenden Multilayers 5 führen. Dieser Effekt wird auch als "Image-bildung" bezeichnet. Um diese Imagebildung vollständig zu vermeiden, hat es sich als günstig erwiesen, wenn die Dispersionsschicht 15 getempert, d.h. wärmebehandelt, ist.

Durch eine Wärmebehandlung kann die Härte der Dispersions-schicht 15 auf optimale Werte einer mittleren Mikrohärtigkeit  $H$  nach Vickers von 500 bis 800, vorzugsweise von 600 bis 750 HV 0,01 gesteigert werden. Die sich bei der Temperung vollziehenden positiven Veränderungen der Eigenschaften der Trennbleche 3 sind auf Strukturänderungen in der Dispersions-schicht 15 zurückzuführen. Bei der Wärmebehandlung kommt es in einem bestimmten Temperaturbereich zu einer Phosphoranreicherung in den amorphen Bereichen der Matrix 17. Die amorphen Bereiche der Matrix 17 gehen zudem teilweise in eine kristalline Struktur über. Und schließlich kommt es auch zu einer Vergrößerung der Nanokristallite, deren mittlere Abmessungen etwa auf Werte von 15 nm ansteigen.

Mit einer Wärmebehandlung ist des weiteren ein Volumenschwund der Dispersions-schicht 15 verbunden, d.h. es kommt vorteilhafterweise zu einer Verringerung der (ohnehin schon geringen) Porosität und zu einem Anstieg der mittleren Dichte  $\rho$  der Dispersions-schicht 15. Für diese mittlere Dichte  $\rho$  werden, wenn die Dispersions-schicht 15 etwa zu 6 bis 13 Masseprozent aus Polytetrafluorethylen, zu 7 bis 8 Masseprozent aus Phosphor und zu 79 bis 87 Masseprozent aus Nickel besteht, Werte von etwa 6,1 bis 6,9 gcm<sup>-3</sup> erreicht, die als optimal angesehen werden können. Trotz des auftretenden, bei ähnlichen, aber einphasigen, fremdstromlos oder elektrolytisch abgeschiedenen Nickelschichten oft zu Reißbildung führenden Volumenschwundes, kann durch eine geeignete Prozeßführung eine völlig reißfreie Dispersions-schicht 15 hergestellt werden.

Weiterhin wird es als günstig angesehen, wenn die Dispersions-schicht 15 einen mittleren thermischen Ausdehnungs-

koeffizienten  $\alpha$  von etwa (8 bis 15)  $10^{-6} \text{ K}^{-1}$  aufweist. In diesem Bereich des mittleren thermischen Ausdehnungskoeffizienten  $\alpha$  ist bereits bei der oben als günstig angegebenen Dicke  $D_p$  der Dispersionsschicht 15 und den nachstehend beschriebenen Materialien des Grundkörpers 9 der Trennbleche 3 die Gefahr von Ablöseerscheinungen nicht mehr gegeben.

Eine mittlere thermische Leitfähigkeit  $\lambda$  der Dispersionsschicht 15 sollte vorzugsweise etwa bei Werten von 4,3 bis 5,8  $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  liegen.

Im Taber-Abraser-Test konnten für ein erfindungsgemäßes Trennblech 3, insbesondere mit getemperter Dispersionsschicht 15, - einerseits im Hinblick auf die Prozeßbeständigkeit, andererseits im Hinblick auf eine nachstehend beschriebene eventuelle spätere Aktivierung der Trennbleche 3 - gute Ergebnisse für die Verschleißfestigkeit erzielt werden. Nach 1000 Zyklen wurde bei Einsatz einer CS-10-Schleifrolle und 1000 g Belastung nur ein durchschnittlicher Masseverlust von etwa 12 mg gemessen, während dieser bei einer ungetemperten Schicht bei etwa 16 mg lag. Die erzielte Verschleißfestigkeit der erfindungsgemäßen Trennbleche 3 bietet Resistenz gegen Handlingschäden und verhindert Eindrücke in die Oberfläche, die aufgrund der hohen Drücke beim Verpressen entstehen könnten (sogenanntes "Telegraphing").

Polytetrafluorethylen durchläuft bei thermischer Behandlung ebenfalls Strukturumwandlungen. Schon bei 19 °C findet unter Volumenvergrößerung eine Umwandlung der  $\alpha$ -Phase, bei der sich an jedem der helixförmigen Polytetrafluorethylen-Moleküle 13 Einheiten pro Periode befinden, in die  $\beta$ -Phase

ab, bei der sich an jedem der Moleküle 15 Einheiten pro Periode befinden. Bei 327 °C kommt es zu einer Verflüssigung des Polytetrafluorethylen; morphologisch läuft eine Umwandlung der teilkristallinen  $\beta$ -Phase in eine amorphe Knäuelstruktur ab. Das Polytetrafluorethylen kann so in der Dispersionsschicht 15 in der bei den o.g. Verpreßtemperaturen thermisch stabilen  $\beta$ -Phase vorliegen. In der  $\beta$ -Phase kann es in der Dispersionsschicht 15 Wärmebelastungen bis zu etwa 285 °C ausgesetzt werden. Falls jedoch bei der fertigungsbedingten Wärmebehandlung der Dispersionsschicht 15 Temperaturen im Bereich um 300 °C oder höher erreicht werden, kann es zu einer Koaleszenz bzw. zu einer Sinterung von Polytetrafluorethylen-Partikeln 16 kommen. Diesbezüglich ist darauf zu achten, daß auf der Oberfläche der Dispersionsschicht keine reine Polytetrafluorethylen-Schicht vorliegt und vorzugsweise ein mittlerer Durchmesser  $D_p$  der in die Matrix 17 eingelagerten Fluorpolymer-Partikel 16 einen Wert von etwa 1,5, vorzugsweise von etwa 0,5,  $\mu\text{m}$  nicht übersteigen sollte.

Falls aufgrund von nach der Wärmebehandlung auf der Oberfläche der Dispersionsschicht 15 anhaftenden gesinterten Polytetrafluorethylen-Partikeln 16 ein Entfernen derselben notwendig werden sollte bzw. schon bei einer vor dem Beschichten des Grundkörpers 9 erfolgenden mechanischen Vorbearbeitung der Oberfläche, die bei der stromlosen Nickelabscheidung konturengetreu - jedoch mit einem rauheren Finish - abgebildet wird, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, eine derartige Oberflächenbearbeitung zu wählen, daß die fertig bearbeitete Dispersionsschicht 15 eine Oberflächenrauigkeit  $R_z$  von weniger als etwa 2,0  $\mu\text{m}$  aufweist. Der arithmetische Mittenrauhwert  $R_a$  sollte vorzugsweise geringer als 0,5  $\mu\text{m}$  sein. Grundsätzlich ist es bei den

erfindungsgemäßen Trennblechen 3 vorteilhafterweise möglich, das Oberflächenfinish den Kundenbedürfnissen anzupassen, wobei insbesondere für die Herstellung besonders hochwertiger Multilayer 5 mit Leiterbahnzügen in der Größenordnung von 80  $\mu\text{m}$  und kleiner eine entsprechende Rauheit vorher am Grundkörper 9 durch eine feinere Oberflächenbehandlung eingestellt werden muß.

In technischen Prozessen werden Kunststoffe selten als reine Polymere einer Art eingesetzt. Sie enthalten - und dies trifft auch auf die erfindungsgemäß verwendbaren Fluorpolymere zu - weitere, als Additive bezeichnete, Stoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften, wie z.B. Kristallisatoren, Stabilisatoren, Antistatika, Weichmacher, Fasern, Pigmente, Gleitmittel, Antiblockiermittel, Füllstoffe und/oder Schäume. Die Additive, die beispielsweise dem Polytetrafluorethylen zugesetzt werden können, haben die primäre Aufgabe, die Zähigkeit des Polytetrafluorethylen-Partikels 16 zu steigern. Bei den hohen Prozeßtemperaturen des Verpressens der Multilayer 5 können sich diese Additive verflüchtigen, wodurch das Polytetrafluorethylen eine Qualitätseinbuße erleidet. Die antiadhäsive Wirkung der Dispersionsschicht 15 läßt nach und kann schließlich sogar verloren gehen. Bei den erfindungsgemäßen Trennblechen 3 ist damit jedoch nicht eher als nach etwa 15 bis 20 Einsätzen zu rechnen. Vorteilhafterweise besteht jedoch die Möglichkeit, die Oberfläche der Beschichtung 14 wieder zu aktivieren. Dazu müssen lediglich die obersten Gefügebereiche der Dispersionsschicht 15 abrasiv solange abgetragen werden, bis neue Polytetrafluorethylen-Partikel 16 freigelegt werden. Um dies zu erreichen, genügt bereits ein abrasiver Abtrag von einigen Bruchteilen eines  $\mu\text{m}$ . Dadurch erhält ein erfindungsgemäßes Trennblech eine sehr lange Lebensdauer.

Außerdem ist vorteilhafterweise auch eine Regenerierung von erfindungsgemäßen Trennblechen 3 möglich, bei denen die Beschichtung 14 nach einer sehr langen Nutzungsdauer durch wiederholte Aktivierung abgetragen ist. Bei der Aufarbeitung von derartigen Trennblechen 3 muß lediglich darauf geachtet werden, daß die Oberfläche des Grundkörpers 9 metallisch blank vorliegt. Sie sollte frei von Harzrückständen oder Schichtresten sein. Harzrückstände können entweder durch schleifende Bearbeitung, ggf. nach einem vorhergehenden Quellen in einem geeigneten Lösungsmittel, Reste der Beschichtung 14 durch nickelauflösende Chemikalien (Stripper), die aber den Grundkörper 9 nicht angreifen sollten, entfernt werden. Da solche Stripper Carbide und Einschlüsse im Grundkörper 9 auflösen können, empfiehlt es sich, daß der Grundkörper 9 aus einer nichtrostenden Stahlqualität mit geringer Neigung zur Carbidbildung besteht. Aus diesem Grund sollte der Grundkörper 9 auch möglichst frei von oxidischen und sulfidischen Einschlüssen sein. Die Trennbleche 3 können dann mit einer neuen Beschichtung 14 versehen werden.

Die letzten beiden Forderungen sollten vorzugsweise auch dann erfüllt werden, wenn keine Regenerierung der Trennbleche 3 vorgesehen sein sollte, und zwar aus folgendem Grund: Der Grundkörper 9 muß vor der fremdstromlosen Nickelabscheidung vorbehandelt, z.B. gereinigt, entfettet und gespült, werden; u.a. erfolgt ein sogenanntes Dekapieren, d.h. ein kurzzeitiges Beizen zum Entfernen von Anlaufschichten und zum Aktivieren der Oberfläche. Durch die Dekapierung könnten Zeilen geöffnet und Einschlüsse freigesetzt werden, wodurch auf der Oberfläche vergrößerte Poren entstehen, die in dem darauffolgenden Beschichtungsprozeß nicht mehr vollständig abgedeckt werden könnten. Solche



Poren würden auf der Kupferoberfläche der Außenlage 6 des Multilayers 5 zu Erhebungen und damit zum Ausschluß der Leiterplatte 5 führen. Auch Mikrolunker und Mikroporen sollten im Material des Grundkörpers 9 nicht auftreten, da diese die gleichen negativen Wirkungen besitzen. Falls Carbide einer bestimmten chemischen Zusammensetzung im Material des Grundkörpers 9 vorhanden sind, kann die Anhaftung der Beschichtung 14 bereichsweise gestört werden, so daß es zu dem gefürchteten Phänomen der sogenannten Brückenbildung kommen kann.

Um die Bekeimung des Grundkörpers 9 mit der Beschichtung 14 zu erleichtern, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das Gefüge des Grundkörpers 9 ein nahezu vollständig martensitisch umgewandelter Stahl ist. Vornehmlich kommen hier nichtrostende hochlegierte martensitische Stähle, wie beispielsweise X 10 Cr 13, X 20 Cr 13, X 4 Cr Ni 17 4, oder auch legierte Vergütungsstähle, wie z.B. 50 Cr V 4, in Betracht.

Aus der zeichnerischen Darstellung in Fig. 2 geht auch hervor, daß in der Beschichtung 14 mit Vorteil zwischen der Oberfläche des Grundkörpers 9 und der Dispersionsschicht 15 mindestens eine Zwischenschicht 18 zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit und zur Haftvermittlung vorgesehen werden kann. Die Zwischenschicht 18 kann vorzugsweise ebenfalls aus phosphorhaltigem, fremdstromlos abgeschiedenem Nickel bestehen. Wird eine derartige Zwischenschicht 18 gewählt, dann hat es sich für eine gute Haftung als günstig erwiesen, wenn der Phosphorgehalt der Zwischenschicht 18 etwa den gleichen Wert aufweist wie der Phosphorgehalt des fremdstromlos abgeschiedenem Nickels der Matrix 17 der Dispersionsschicht 15. Die Zwischenschicht 18 sollte mit

Vorteil eine Dicke  $D_z$  von etwa 3 bis 7, vorzugsweise von etwa 5,  $\mu\text{m}$  aufweisen.

Bei der Vorbehandlung des Grundkörpers 9 vor der fremdstromlosen Nickelabscheidung kann außer dem Dekapieren zum Aktivieren der Oberfläche auch eine Behandlung in einem Nickelstrikebad vorgesehen werden. In einem Nickelstrikebad wird die Oberfläche des Grundkörpers 9 unter Wasserstoffentwicklung mit einer Nickelhaut 19 überzogen. Die Nickelhaut 19 verhindert die Bildung von Oxidschichten auf der Oberfläche des Grundkörpers 9. Fig. 2 zeigt bei nichtmaßstäblicher Darstellung der Dicke  $D_n$ , die vorteilhafterweise im Bereich von etwa 0,1 bis 0,2  $\mu\text{m}$  liegen sollte, eine solche, im Ergebnis einer Behandlung im Nickelstrikebad entstandene Nickelhaut 19 als Bestandteil der Beschichtung 14.

Das Ausführungsbeispiel zeigt somit ein erfindungsgemäßes Trennblech 3 mit einer dreischichtigen, vorteilhafterweise etwa 10 bis 37, vorzugsweise etwa 15,  $\mu\text{m}$  dicken, dauerhaften antiadhäsiven Beschichtung 14 auf der gesamten Oberfläche des Grundkörpers 9. Die Beschichtung 14 umfaßt dabei die Dispersionsschicht 15 mit der Matrix 17 aus fremdstromlos abgeschiedenem Nickel und mit den eingelagerten, gleichmäßig in der Matrix 17 verteilten Polytetrafluorethylen-Partikeln 16, die Zwischenschicht 18 - ebenfalls aus phosphorhaltigem, fremdstromlos abgeschiedenem Nickel - und die dünne oxidationshemmende Nickelhaut 19.

Die Erfindung ist jedoch nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern umfaßt auch alle im Sinne der Erfindung gleichwirkenden Ausführungen. Diesbezüglich wurde schon auf die mögliche Verwendung von Polytetrafluorethylen-Copolymer-Partikeln verwiesen. Auch ge-

eignete Blends sind ggf. einsetzbar.

Die Multilayer 5 können auch aus einer geringeren Anzahl von Lagen bestehen, als in Fig. 1 dargestellt ist. Beispielsweise kann ein Basismaterial für eine Innenlage 7, die nur aus einer ober- und einer unterseitigen Kupferfolie mit einem dazwischen angeordneten Prepreg besteht, mit dem erfindungsgemäßen Trennblech 3 verpreßt werden.

Weiterhin kann der Fachmann weitere zweckmäßige Merkmale bzw. technische Maßnahmen zur konstruktiven Gestaltung des erfindungsgemäßen Trennbleches 3 vorsehen. So sollte bei einer sich an die mechanische Bearbeitung im Rahmen des Vorbereitungsprozesses des Grundkörpers 9 anschließenden Kontrolle darauf geachtet werden, daß alle Kanten an den Druckflächen 10 und den Kantenflächen 11 sowie an den Aufnahmebohrungen 12 sorgfältig entgratet sind. Da - wie bereits ausgeführt - fremdstromlos abgeschiedene Nickelschichten die vorhandene Oberfläche genau abbilden, könnte es sonst an nicht beigeputzten Kanten bei der Temperaturerhöhung und Druckbeaufschlagung im Preßprozeß zum Auftreten mechanischer Spannungsspitzen und infolgedessen zu einem frühzeitigen Schichtversagen oder zu Abplatzungen kommen. Dies kann beispielsweise im Bereich der Aufnahmebohrungen 12 dann geschehen, wenn vor dem Verpressen der Leiterplatten 5 die Fixierung mit den Registrierstiften 13 oder nach dem Verpressen die Entstiftung erfolgt.

Die Qualität eines erfindungsgemäßen Trennbleches 3 läßt sich durch werkstofftechnische Untersuchungen kontrollieren. Beispielsweise ist durch rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an einem Schliff der Volumenanteil an Fluorpolymer in der Dispersionsschicht 15 sowie die Größe

und Verteilungsdichte von Polytetrafluorethylen-Partikeln 16 in der Matrix 17 feststellbar. Es hat sich dabei als günstig erwiesen, wenn ein mittlerer Abstand  $A$  der Polytetrafluorethylen-Partikel 16 zueinander kleiner ist bzw. etwa in der gleichen Größenordnung liegt wie die Größe (mittlerer Durchmesser  $D_p$ ) der Partikel 16 selbst. Zur Härtemessung kann - wie bereits erwähnt - das Kleinlasthärteprüfverfahren nach Vickers eingesetzt werden, wobei die Messungen an einem vorzugsweise unter einem Winkel von etwa  $5^\circ$  verlaufenden Schrägschliff erfolgen. Die erhaltenen Werte stellen so einen Mischwert aus den Einzelhärten der Dispersionsschicht 14 und der Zwischenschicht 18 dar. Die erfindungsgemäßen Trennbleche 3 sind mit hoher Reproduzierbarkeit ihrer Eigenschaften, insbesondere des mittleren Durchmessers  $D_p$  und der gleichmäßigen Verteilung der Polytetrafluorethylen-Partikel 16 in der Matrix 17, sowie der Härte  $H$  und der Dicke  $D_p$  der Dispersionsschicht 14 herstellbar.

Ferner ist die Erfindung nicht auf die im Anspruch 1 definierte Merkmalskombination beschränkt, sondern kann auch durch jede beliebige andere Kombination von bestimmten Merkmalen aller insgesamt offenbarten Einzelmerkmale definiert sein. Dies bedeutet, daß grundsätzlich praktisch jedes Einzelmerkmal des Anspruchs 1 weggelassen bzw. durch mindestens ein an anderer Stelle der Anmeldung offenbartes Einzelmerkmal ersetzt werden kann. Insofern ist der Anspruch 1 lediglich als ein erster Formulierungsversuch für eine Erfindung zu verstehen.

06.11.97

- 20 -

### Bezugszeichen

1	Oberplatte
2	Unterplatte
3	Trennblech
4	Polstermaterial
5	Leiterplatte (Multilayer)
6	Außenlage von 5
7	Innenlage von 5
8	Prepreg
9	Grundkörper von 3
10	Druckfläche von 3
11	Kantenfläche von 3
12	Aufnahmebohrung in 1, 2, 3, 4, 5
13	Registrierstift
14	Beschichtung auf 9
15	Dispersionsschicht von 14
16	Polytetrafluorethylen-Partikel in 15
17	Matrix von 15
18	Zwischenschicht von 14
19	Nickelhaut von 14
A	mittlerer Abstand von 16
D <sub>D</sub>	Dicke von 15
D <sub>H</sub>	Dicke von 19
D <sub>P</sub>	Durchmesser von 16
D <sub>Z</sub>	Dicke von 18
H	Mikrohärte
R <sub>a</sub>	arithmetischer Mittenrauhwert
R <sub>z</sub>	mittlere Rauheit
$\alpha$	Wärmeausdehnungskoeffizient
$\lambda$	thermische Leitfähigkeit
$\rho$	Dichte

08.11.97

8604/VIII

Carl Aug. Picard GmbH & Co. KG, Hasteraue 9  
D-42857 Remscheid-Hasten

---

### Ansprüche

1. Trennblech, insbesondere eines Preßwerkzeuges zur Herstellung von mehrlagigen harzgebundenen Leiterplatten (5) für gedruckte Schaltungen, dessen Grundkörper (9) durch zwei parallele ebene ober- und unterseitig angeordnete Druckflächen (10) und durch mehrere Kantenflächen (11) begrenzt ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß mindestens eine der Druckflächen (10) des Grundkörpers (9) mit einer dauerhaften antiadhäsiven Beschichtung (14) überzogen ist, die mindestens aus einer Fluoropolymer-Partikel enthaltenden Dispersionsschicht (15) besteht.
2. Trennblech nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß beide Druckflächen (10) des Grundkörpers (9) mit der dauerhaften antiadhäsiven Beschichtung (14) überzogen sind.
3. Trennblech nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kantenflächen (11) des Grundkörpers (9) mit der dauerhaften antiadhäsiven Beschichtung (14) überzogen sind.

06.11.97

- 2 -

4. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Dispersionsschicht (15) aus einer Matrix (17) von  
fremdstromlos abgeschiedenem Nickel mit eingelagerten,  
gleichmäßig in der Matrix (17) verteilten Polytetra-  
fluorethylen-Copolymer-Partikeln besteht.
5. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Dispersionsschicht (15) aus einer Matrix (17) von  
fremdstromlos abgeschiedenem Nickel mit eingelagerten,  
gleichmäßig in der Matrix (17) verteilten Polytetra-  
fluorethylen-Partikeln (16) besteht.
6. Trennblech nach Anspruch 4 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Matrix (17) des fremdstromlos abgeschiedenen Nickels  
etwa 4 bis 9, vorzugsweise etwa 6 bis 8, Masseprozent  
Phosphor enthält.
7. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Dispersionsschicht (15) etwa 15 bis 40, vorzugsweise  
etwa 20 bis 35, Volumenprozent Fluorpolymer enthält.
8. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß das  
Fluorpolymer Additive, insbesondere Zähigkeitsstei-  
gernde Additive, enthält.
9. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Dispersionsschicht (15) eine Dicke ( $D_p$ ) von etwa 7 bis

30, vorzugsweise von etwa 10,  $\mu\text{m}$  aufweist.

10. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein mittlerer Durchmesser ( $D_p$ ) der eingelagerten Fluorpolymer-Partikel (16) kleiner als etwa 1,5, vorzugsweise kleiner als etwa 0,5,  $\mu\text{m}$  ist.
11. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Dispersionsschicht (15) einen mittleren thermischen Ausdehnungskoeffizienten ( $\alpha$ ) von etwa (8 bis 15)  $\cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  aufweist.
12. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Dispersionsschicht (15) eine mittlere thermische Leitfähigkeit ( $\lambda$ ) von etwa 4,3 bis 5,8  $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  aufweist.
13. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Dispersionsschicht (15) eine mittleren Dichte ( $\rho$ ) von etwa 6,1 bis 6,9  $\text{gcm}^{-3}$  aufweist.
14. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Dispersionsschicht (15) eine Oberflächenrauigkeit ( $R_z$ ) von weniger als etwa 2,0  $\mu\text{m}$  aufweist.
15. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Dispersionsschicht (15) eine mittlere Mikrohärte (H) von etwa 500 bis 800, vorzugsweise von etwa 600 bis



08.11.97

- 4 -

750, HV 0,01 aufweist.

16. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die  
Dispersionsschicht (15) getempert ist.
17. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der  
Grundkörper (9) aus einem nichtrostenden Stahl mit  
geringer Neigung zur Carbidbildung besteht.
18. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 17,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das  
Gefüge des Grundkörpers (9) ein nahezu vollständig  
martensitisch umgewandelter Stahl ist.
19. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 18,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der  
Grundkörper (9) möglichst frei von oxidischen und  
sulfidischen Einschlüssen ist.
20. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die  
Beschichtung (14) zwischen der Oberfläche des Grund-  
körpers (9) und der Dispersionsschicht (15) mindestens  
eine Zwischenschicht (18) zur Erhöhung der Korrosions-  
beständigkeit und zur Haftvermittlung umfaßt.
21. Trennblech nach Anspruch 20,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die  
Zwischenschicht (18) aus phosphorhaltigem, fremdstrom-  
los abgeschiedenem Nickel besteht.

22. Trennblech nach Anspruch 21,  
dadurch gekennzeichnet, daß der  
Phosphorgehalt der Zwischenschicht (18) etwa den  
gleichen Wert aufweist wie der Phosphorgehalt des  
fremdstromlos abgeschiedenem Nickels der Matrix (17)  
der Dispersionsschicht (15).
23. Trennblech nach einem der Ansprüche 20 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Zwischenschicht (18) eine Dicke ( $D_z$ ) von etwa 3 bis 7,  
vorzugsweise von etwa 5,  $\mu\text{m}$  aufweist.
24. Trennblech nach einem der Ansprüche 20 bis 23,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Beschichtung (14) zwischen der Oberfläche des Grund-  
körpers (9) und der Zwischenschicht (18) einen Überzug  
aus einer oxidationshemmenden Nickelhaut (19) umfaßt.
25. Trennblech nach Anspruch 24,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Nickelhaut (19) eine Dicke ( $D_H$ ) von etwa 0,1 bis 0,2  $\mu\text{m}$   
aufweist.
26. Trennblech nach einem der Ansprüche 1 bis 25,  
gekennzeichnet durch Aufnahmeboh-  
rungen (12) für Registrierstifte (13), wobei die Auf-  
nahmebohrungen (12) im Grundkörper (9) innere Kanten-  
flächen (11) bilden, welche mit der Beschichtung (14)  
überzogen sind.

06.11.97

- 1 / 2 -

FIG. 1

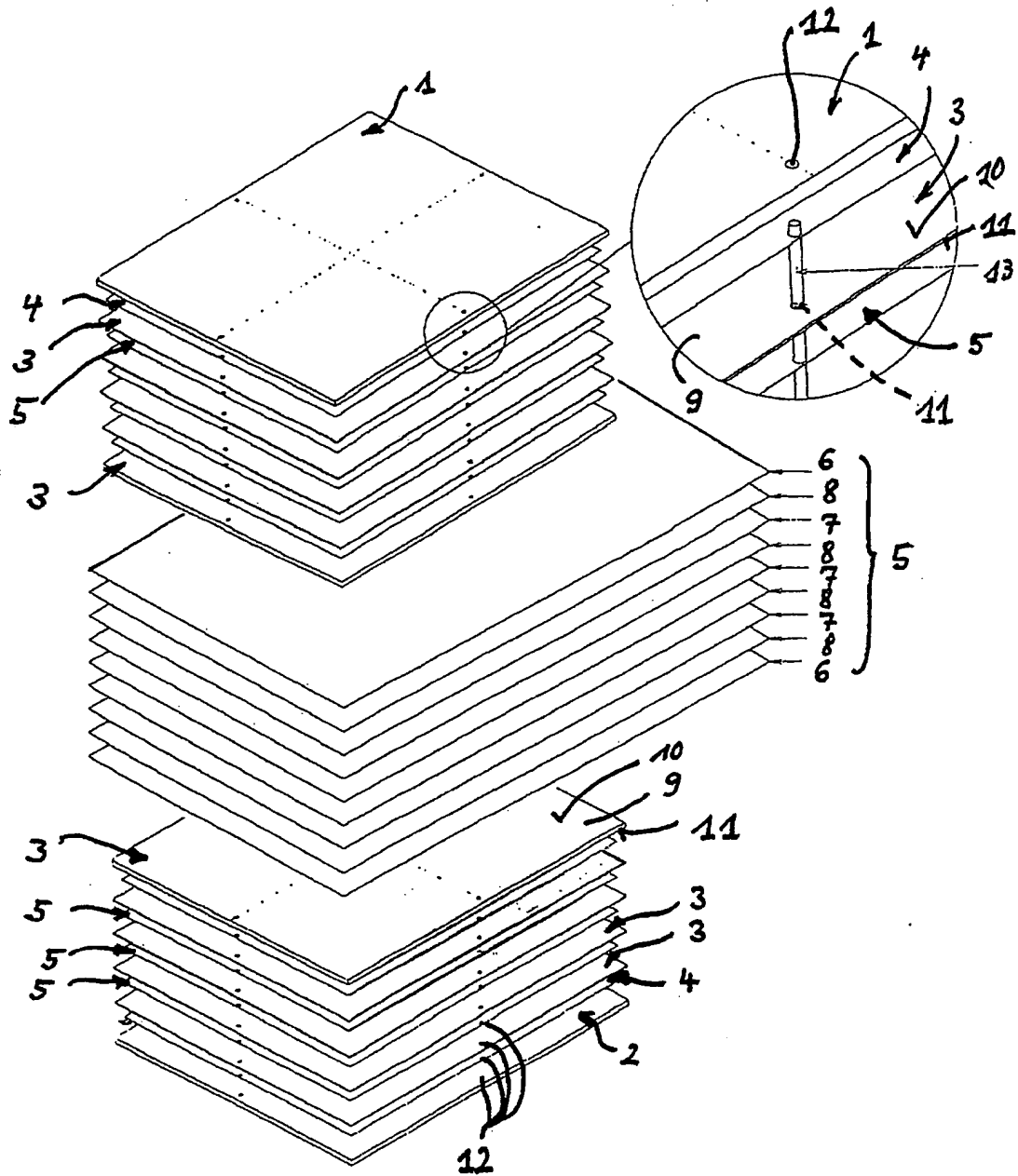


FIG. 2

